心理科学进展 2020, Vol. 28, No. 6, 987–993
Advances in Psychological Science DOI: 10.3724/SP.J.1042.2020.00987

跨期选择中的年龄差异及其机制*

杨 权[1] 尹述飞[1,2] 胡 兴[1]
([1]湖北大学教育学院心理学系，武汉 430062) ([2]应用实验心理北京市重点实验室，北京 100875)

摘 要 随着老龄化形势日益严峻，老年人的跨期选择受到越来越多学者的关注。目前关于跨期选择的年老化研究尚存分歧：有研究发现老年人比年轻人更偏好未来获得更大收益；也有研究发现老年人的选择偏好和年轻人一样，甚至比年轻人更偏好近期收益。从时间表征和结果价值表征两个维度上的加工过程去分析其对老年人跨期选择的影响，并进一步阐述认知、动机和情绪因素对两个维度加工过程的影响，这对于理解当前老年人跨期选择领域研究的分歧有重要科学意义。

关键词 跨期选择；年龄差异；生活目标；价值表征；时间表征
分类号 B849:C91; B844

1 引言

在日常生活中，我们经常面临着种种决策情境。例如：究竟要不要将钱存在银行中；要不要去等待与远方亲密朋友会面；要不要现在坚持锻炼以预防疾病，而不是去选择未来购买特效药治疗疾病。研究者们将在不同时间点发生的交易进行选择的过程称之为跨期选择(Frederick, Loewenstein, & O'Donoghue, 2002)。随着人口老龄化的加剧，老年人的跨期选择问题受到越来越多的研究者的关注，但目前有关该问题的研究结果仍存较大的分歧(Liu et al., 2016; Rieger & Mata, 2015; Seaman et al., 2016; Sparrow & Spaniol, 2018)。本文通过回顾跨期选择的理论发展，结合跨期选择年龄差异表现、跨期选择的时间表征和结果价值表征的信息加工机制，试图剖析跨期选择年龄差异的机制，并指明未来研究方向。

1 跨期选择的理论解释

经过对跨期选择的理论发展进行梳理，可以发现“理性”这一概念贯穿了跨期选择研究的发展历程。基于决策者是否在决策过程中进行无限理性的折扣计算，跨期选择理论模型可以被分为折扣模型和非折扣模型两类(张阳阳，周蕾，游旭群，李纾，梁竹苑, 2018)。早期的折扣模型认为决策者可以无限理性地进行折扣计算过程，并作出决策。而在 Simon (1978)提出有限理性(bounded rationality)假设之后，学者们受其启发提出了一系列非折扣模型，这些模型认为决策者受计算能力等因素的限制，不能无限理性地做出决策。总体而言，非折扣模型大体可以分为两大类，一类为基于维度比较的模型，另一类则更关注跨期选择中的认知和心理属性。

早期的折扣模型认为，决策者首先依据主观价值随时间变化的折扣函数计算出每个结果的主观价值，然后对不同结果的主观价值进行比较并选择主观价值较大的选项(张阳阳等, 2018; Green, & Myerson, 2004)。基于此，研究者们已经提出了一系列折扣模型，比如影响力较大的指数折扣模型和双曲线折扣模型。基于每个额外的时间延迟单位将导致相同程度的边际效用(即主观价值)降低这一假设，Samuelson (1937)认为主观价值随时间延迟之间呈指数下降的关系，从而提出了指数折扣模型：$V = Ae^{-kD}$，其中 V 是主观价值，A 是客观价值，D 是延迟的时间，k 是折扣率。双曲折扣模型则认为主观价值与时间延迟之间呈双曲线关系，即：$V = A/(1+kD)$ (Ainslie, 1975)。

非折扣模型中基于维度比较的模型认为决策

收稿日期：2019-04-25
* 国家自然科学基金项目(31600904)；湖北省教育厅人文社会科学研究青年基金(18Q017)。
通信作者：尹述飞, E-mail: yinshufei121@163.com

者根据不同选项依次对维度(attribute-by-attribute)进行比较从而做出选择。例如，权衡模型(tradeoff model; Scholten & Read, 2010)假定人们会对时间间隔和结果差异进行权衡，当时间间隔大于结果差异时，就会选择时间更早的选项，反之则选择延迟选项；齐当别模型(equate-to-differentiate model; Li, 2004)认为人们比较备择选项在一个维度(如时间维度)上的差异后，再处理其在另一个维度(如结果维度)上的差异，最后综合在不同维度进行比较的结果来做出选择。而 Busemeyer 和 Townsend (1993)则认为决策时各维度效用是随着时间变化而积累的，进而提出了“动态模型”，Dai 和 Busemeyer (2014)基于“动态模型”假设，并结合漂流模型(diffusion model, Ratcliff, Smith, Brown 和 McKoon, 2016)提出跨期选择的数学模型 $Pr\,(d,\sigma,\theta,z) = (1 - exp\,(-2d\,(\theta + z)/\sigma^2)) / (1 - exp\,(-4d\theta/\sigma^2))$，其中 d 指平均漂移率，σ 指方差，θ 指阈限，z 指初始偏好水平，指出个体会分别比较时间维度与结果维度的主观价值，当两者差异大于某个阈限后，做出选择(Dai, Pleskac, & Pachur, 2018)。

另一类非折扣模型则更关注跨期选择中的认知和心理属性。例如，解释水平理论(Construal Level Theory; Trope & Liberman, 2010; 蒋多，何贵兵，2017)认为个体对不同时间点的选项进行不同水平的建构，低水平的建构更加生动形象，高水平的建构更加抽象，进而引发不同程度的心理距离，而随着心理距离的增加，选择远期选项的人数增加。自我控制理论(Self-control Theory; Shefrin & Thaler, 1981; 刘永芳，范雯健，侯日霞，2019)则认为个体存在两个自我，一个是快速−直觉判断的执行者，一个是慢速−理性的计划者，在面临跨期选择时，两个自我的较量，导致个体做出不同的选择。生命史理论(Life History Theory; Kaplan, Gangestad, & Buss, 2005; Wang, Kruger, & Wilke, 2009)基于适应性(fitness)这一概念，认为个体需要对资源进行分配以满足适应性需求，因此对时间和能量资源的分配管理将决定个体的跨期决策。

无论是折扣模型还是非折扣模型，它们的一个共同点是跨期选择与决策者对选项的时间维度(时间延迟)和结果维度(主观、客观价值)的认知加工紧密相关。此二者的年龄差异，可能会导致跨期选择的年龄差异。为此，本文将从时间表征、结果价值表征的信息加工机制出发，试图探讨跨期选择上存在年龄差异的原因。

2 跨期选择的年龄差异

不同年龄群体的跨期选择表现目前依然存在分歧。有研究发现老年人会偏好延迟的客观收益较高的选项，而年轻人则偏好延迟较少的客观收益较低的选项(Eppinger, Nystrom, & Cohen, 2012; Green, Myerson, & Ostaszewski, 1999; Halfmann, Hedgcock, & Denburg, 2013; Huffman, Maurer, & Mitchell, 2017; Jimura et al., 2011; Lockenhoff, O'Donoghue, & Dunning, 2011; Richter & Mata, 2018; Sparrow & Spaniol, 2018)。但也有研究发现，老年人也会同年轻人一样，甚至比年轻人更加偏好延迟较小的选项 (Chao, Szrek, Pereira, & Pauly, 2009; Green, Myerson, Lichtman, Rosen, & Fry, 1996; Liu et al., 2016; Read & Read, 2004; Rieger & Mata, 2015; Seaman et al., 2016; Smith, Steel, Parrish, Kelm, & Boettiger, 2015; Sparrow, Armstrong, Fiocco, & Spaniol, 2018; Steward et al., 2017)。

跨期选择是一个较为复杂的过程，期间受到很多因素的影响(刘雷，苏缇，彭娟，郭逸群，冯廷勇，2014)。研究发现结果价值表征(Seaman et al., 2018)、冲动性与忍耐性(Eppinger et al., 2012)、时间感知(刘扬，孙彦，2016)、预期情绪(Lockenhoff et al., 2011)、框架效应(马文娟 等，2013)、贫富线索(Liu, Feng, Suo, Lee, & Li, 2012)等因素都可以影响跨期选择。Löckenhof (2017)将这些因素归纳为个体因素、任务因素和背景因素等，并指出，认知、动机和情绪等个体因素的年老化将通过影响决策信息加工过程来导致决策年龄差异，而任务因素和背景因素将通过调节认知、情绪和动机对决策的影响来导致决策年龄差异。

因此，本文除了梳理选项的时间维度(时间延迟)和结果维度(主观、客观价值)的认知加工的年龄差异；还将关注个体因素(即认知、动机和情绪的转变)可能对时间维度和结果价值维度表征的影响，并进而探讨这些因素对跨期选择的影响。

3 时间表征的随龄变化对跨期选择的影响

子在川上曰：“逝者如斯夫，不舍昼夜”。时间

因其不可逆性，显得弥足珍贵。老年人的时间知觉不同于年轻人，而时间知觉的随龄变化在跨期选择的年老化中起着重要作用(Lockenhoff, 2011; 胡雪, 刘启珍, 龚先旻, 尹述飞, 2018)。本节将主要从主观时间流速知觉、主观时间长度知觉、不同时间选项的表征水平等三个角度出发，探讨主观时间知觉相关的年龄变化对跨期选择的影响。

主观时间流速知觉的随龄变化会影响个体的跨期选择。主观时间流速知觉，是指个体感知到的时间消逝速度。研究发现老年人知觉到的时间流逝速度比年轻人更快(Lockenhoff, 2011)。由于注意资源的减少，对时间的监控能力受到限制，老年人会低估时间长度(Craik & Hay, 1999; Gruber, Wagner, & Block, 2004)，并进而影响跨期选择(Lockenhoff, 2011)。Turgeon, Lustig 和 Meck (2016)指出，认知能力下降和皮质−纹状体环路的老化会使老年人在特定时间内记录的信息更少。对于同样一段时间，年轻人可以记录更多细节，会觉得单位时间内经历了更多事情，时间过得更慢；而老年人可以记录的信息更少，会觉得单位时间内经历了更少事件，时间过得更快(胡雪等人, 2018)。当面对同样的跨期选择任务和时间间隔，与年轻人相比，老年人会觉得时间过得更快，进而更倾向于选择远期选项。

主观时间长度知觉的随龄变化也会影响个体的跨期选择。在跨期选择中，影响个体选择的往往不是客观时间，而是基于客观时间而推测和感知的主观时间(胡雪等人, 2018)。主观时间长度知觉是指个体对客观时间的主观长度感觉，随着客观时间的增长，感知到的主观时间长度并非线性增长，而是呈对数式增长(Zauberman, Kim, Malkoc, & Bettman, 2009)。随着时间长度的增长，个体对时间长度变化感知的敏感性就会下降。而且对时间长度的主观知觉会随年龄变化而发生变化：当时间长度较长时，老年人知觉到的时间比年轻人更短(Wittmann & Lehnhoff, 2005)。因此，在面对跨期选择时，老年人会觉得未来时间并不长，进而比年轻人更偏好远期选项。

时间建构能力上的随龄变化可能会通过影响时间表征水平进而影响跨期选择。研究发现，与年轻人相比，老年人在想象未来发生的具体事件时，所报告的内容更抽象、细节更少(Addis, Musicaro, Pan, & Schacter, 2010)，根据心理距离理论，抽象的表征有着更远的心理距离(Trope & Liberman, 2010)。而心理距离越远，在进行跨期选择时，个体会越倾向于选择延迟选项(陈海贤, 何贵兵, 2014)。

在认知上，时间知觉的年龄差异，尤其在主观时间流速知觉、主观时间长度知觉、不同时间选项的表征水平等三个子过程上的差异，使得老年人在时间维度上的表征不同于年轻人，进而导致其在跨期选择上的行为表现不同于年轻人。

4　结果价值表征的随龄变化对跨期选择的影响

在进行不同领域的跨期选择任务时，老年人与年轻人的表现存在着显著差异(Seaman et al., 2016)。具体而言，采用金钱领域的跨期选择任务时，虽然有研究发现老年人更偏好近期获得较小收益(Liu et al., 2016)，但大部分研究发现老年人比年轻人更偏好未来获得较大收益(Halfmann et al., 2013; Jimura et al., 2011)；而采用社交、健康等领域的跨期选择任务时，研究却往往发现老年人表现和年轻人一样，甚至比年轻人更偏好近期收益(Lockenhoff, Rutt, Samanez-Larkin, O'Donoghue, & Reyna, 2019; Seaman et al., 2016)。

不同领域的跨期选择之间存在年龄差异，可能是由于不同领域对于不同年龄个体的重要程度不同，从而影响着结果的主观价值。根据埃里克森的社会心理发展阶段理论(1959)，中老年人需要解决繁衍与停滞的矛盾，繁衍的需求会使得个体不得不关心内在目标(例如：健康，亲密，社交，利他主义，知识传递)，而不是外在目标(例如：金钱、成就和能力等; Brandtstädter, Rothermund, Kranz, & Kühn, 2010; Freund & Blanchard-Fields, 2014)。社会情绪选择理论根据未来时间受限发展出两类目标(Carstensen, 2006; Carstensen, Isaacowitz, & Charles, 1999; Liao & Carstensen, 2018)：知识获得目标(acquisition of knowledge)和情绪管理目标(regulation of emotions)。知识获得目标以获得知识为目的，情绪管理目标则旨在获得情感的满足，关注生命的意义(敖玲敏, 吕厚超, 黄希庭, 2011)。当知觉到未来时间有限时，个体更倾向于选择当下取向(present-oriented)的生活目标和动机，比如享受当下，获得情绪情感的满足等(Reed, Chan, & Mikels, 2014)。老年人知觉到的未来时间长度变短，

因此其生活目标和动机逐渐由未来取向转变为当下取向(Carstensen, 2006)，从而更关注情绪相关的目标。

因此，在进行跨期选择时，与年轻人相比，老年人可能对健康、社交等领域的价值差异更加敏感；而对金钱、成就等领域的价值差异则不太敏感。这一推测得到了神经影像证据的支持(Eppinger, Heekeren, & Li, 2018; Seaman et al., 2018)。内侧前额叶(medial prefrontal cortex)和腹侧纹状体(ventral striatum)是负责主观价值判断的主要脑区(Sparrow & Spaniol, 2016)。Eppinger 等人(2018)发现，与年轻人相比，老年人在高认知控制条件下腹侧纹状体激活更弱，而在低认知控制条件下内侧前额叶皮层激活更强。这表明老年人可能对金钱价值的差异没有年轻人敏感。由于对健康、社交等领域的高度重视，老年人可能对这些领域内收益的主观价值更加敏感。Stephens 和 Johnson (2000)发现，在购买非处方药时，年轻人更关注药品的包装、价格、使用说明等信息，而老年人则更关注药品的疗效、副作用等健康信息。Seaman 等人(2016)将金钱作为金钱领域的指标、陪伴时长作为社交领域的指标、药剂剂量作为健康领域的指标，要求被试在近期的小收益与远期的大收益之间进行选择，结果发现，老年人在金钱领域，更倾向于选择远期的大收益；在健康和社交领域，更倾向于选择近期的小收益。而且，English 和 Carstensen (2014)发现，老年人在和亲密朋友接触时，会获得更多的积极情绪体验。这提示，在面对社交领域的跨期选择时，老年人可能对社交结果赋予了更高的情绪价值，进而做出冲动选择。

综上所述，随着年龄增长，个体的动机会发生变化，会更偏好情绪性目标。这种动机−情绪性变化，可能影响个体对结果的价值表征，进而影响到个体的跨期选择。当面对金钱等不太看重的外在工具性目标时，老年人将赋予这一目标较低的价值，进而倾向于选择远期选项；而面对“亲密关系”、“健康”等老年人看重的目标时，老年人将赋予这一目标较高的价值，进而倾向于选择近期选项。

5 未来研究展望

经过对已有文献的梳理，本文指出随着年龄增长，个体在认知、情绪、动机方面发生系统性的改变，从而影响个体跨期选择过程中的时间表征和结果价值表征，最终导致跨期选择行为上的年龄差异。未来研究还亟需解决以下问题：

首先，时间表征和结果价值表征的年龄变化到底如何影响个体的跨期选择，还有待进一步研究探讨。时间表征年龄变化的影响已得到相关研究证据支持(Wittmann & Lehnhoff, 2005; Addis et al., 2010; Turgeon et al., 2016)。也有少量神经影像学研究开始探讨金钱价值表征的年龄变化对个体跨期选择的影响(Eppinger et al., 2018; Seaman et al., 2018)。而情绪性价值表征的年龄变化如何影响个体的跨期选择，及其背后的神经机制是什么，还有待进一步探索。对以上问题的探讨将有助于更好地理解结果价值表征的年龄变化对个体跨期选择的影响。

其次，除时间知觉的变化，基本认知能力的下降可能导致在时间表征和结果表征上存在加工程度的差异。Hernandez 等人(2017)发现前额叶损伤的老年老鼠，在工作记忆、认知灵活性任务上表现更差，并且更倾向于选择延迟奖励。基于齐当别理论(Li, 2004)，认知灵活性的下降，可能引起老年人时间维度、结果维度转换受限，进而导致老年人可能基于某一维度做出选择。此外，对信息注意偏好的改变也将影响不同维度信息在工作记忆中的比重。未来需要进一步探究跨期选择不同维度重要性的年龄差异。

再次，动机的随龄变化到底如何影响结果价值表征，并进而影响个体跨期选择，还有待未来更多实证证据支持(Carstensen, 2019)。当前关于跨期选择年龄差异的研究主要集中在金钱、健康、社交等任务上，未来可以扩展至更多领域。例如，比较对老年人不重要的生活目标领域(例如事业)和重要的生活目标领域(例如代际传递)的跨期选择，探索这些领域与金钱、社交/健康的异同。如果老年人在事业等非重要目标领域的跨期选择与在金钱领域的跨期选择偏好一致，而在代际传递等重要目标的领域与在健康/社交领域的跨期选择偏好一致，那么就能更好地说明生活目标的动机性转变是跨期选择年龄差异的重要影响因素。即当跨期选择所涉及的领域与个体生活目标一致时，他们可能会更倾向于近期选项；而当跨期选择所涉及的领域与个体生活目标不一致时，他们

则可能会更倾向于远期选项。

最后，情绪的随龄变化如何影响个体跨期选择也需要进一步探讨。跨期选择中情绪问题受到越来越多学者的关注(蒋元萍，孙红月，2019)，个体在选择延迟收益的过程中往往需要克服即时获得奖赏、享受即时快感的冲动，以及克服延迟满足带来的情绪不适感(Eppinger et al., 2012)。而老年人更容易注意到积极信息，更倾向于对积极情绪材料进行加工(Charles & Carstensen, 2010; Reed et al., 2014)。当跨期选择的结果选项中带有积极情绪信息时，老年人可能更多关注到结果维度信息，进而在跨期选择中，结果维度占优，甚至只依赖结果维度做出选择。因此，考察情绪的随龄变化对个体跨期选择的影响及其神经机制，有助于更好地理解跨期选择的老化机制。

参考文献

敖玲敏，吕厚超，黄希庭. (2011). 社会情绪选择理论概述. *心理科学进展, 19*(2), 217–223.

陈海贤，何贵兵. (2014). 心理距离对跨期选择和风险选择的影响. *心理学报, 46*(5), 677–690.

胡雪，刘启珍，龚先旻，尹述飞. (2018). 时间知觉在老年人跨期选择中的作用. *心理科学, 41*(2), 410–415.

蒋多，何贵兵. (2017). 心理距离视角下的行为决策. *心理科学进展, 25*(11), 1992–2001.

蒋元萍，孙红月. (2019). 情绪对跨期决策的影响. *心理科学进展, 27*(9), 1622–1630.

刘雷，苏缇，彭娟，郭逸群，冯廷勇. (2014). 延迟折扣的认知与神经机制：特质性与状态性研究取向. *心理科学进展, 22*(7), 1047–1061.

刘扬，孙彦. (2016). 时间分解效应及其对跨期决策的影响. *心理学报, 48*(4), 362–370.

刘永芳，范雯健，侯日霞. (2019). 从理论到研究，再到应用：塞勒及其贡献. *心理科学进展, 27*(3), 381–393.

马文娟，索涛，李亚丹，罗笠铢，冯廷勇，李红. (2013). 得失框架效应的分离 —— 来自收益与损失型跨期选择的研究. *心理学报, 44*(8), 1038–1046.

张阳阳，周蕾，游旭群，李纾，梁竹苑. (2018). 跨期决策是否基于“折扣计算”：来自双分离范式的证据. *中国科学: 生命科学, 48*(5), 592–608.

Addis, D. R., Musicaro, R., Pan, L., & Schacter, D. L. (2010). Episodic simulation of past and future events in older adults: Evidence from an experimental recombination task. *Psychology and Aging, 25*(2), 369–376.

Ainslie, G. (1975). Specious reward: A behavioral theory of impulsiveness and impulse control. *Psychological Bulletin, 82*(4), 463–496.

Brandtstädter, J., Rothermund, K., Kranz, D., & Kühn, W. (2010). Final Decentrations. *European Psychologist, 15*(2), 152–163.

Busemeyer, J. R., & Townsend, J. T. (1993). Decision field theory: A dynamic-cognitive approach to decision making in an uncertain environment. *Psychological Review, 100*(3), 432–459.

Carstensen, L. L. (2006). The influence of a sense of time on human development. *Science, 312*(5782), 1913–1915.

Carstensen, L. L. (2019). Integrating cognitive and emotion paradigms to address the paradox of aging. *Cognition and Emotion, 33*(1), 119–125.

Carstensen, L. L., Isaacowitz, D. M., & Charles, S. T. (1999). Taking time seriously. A theory of socioemotional selectivity. *American Psychologist, 54*(3), 165–181.

Chao, L. W., Szrek, H., Pereira, N. S., & Pauly, M. V. (2009). Time preference and its relationship with age, health, and survival probability. *Judgment and Decision Making, 4*(1), 1–19.

Charles, S. T., & Carstensen, L. L. (2010). Social and emotional aging. *Annual Review of Psychology, 61*(1), 383–409.

Craik, F. I., & Hay, J. F. (1999). Aging and judgments of duration: Effects of task complexity and method of estimation. *Perception and Psychophysics, 61*(3), 549–560.

Dai, J., & Busemeyer, J. R. (2014). A probabilistic, dynamic, and attribute-wise model of intertemporal choice. *Journal of Experimental Psychology: General, 143*(4), 1489–1514.

Dai, J., Pleskac, T. J., & Pachur, T. (2018). Dynamic cognitive models of intertemporal choice. *Cognitive Psychology, 104*, 29–56.

English, T., & Carstensen, L. L. (2014). Selective narrowing of social networks across adulthood is associated with improved emotional experience in daily life. *International Journal of Behavioral Development, 38*(2), 195–202.

Eppinger, B., Heekeren, H. R., & Li, S. C. (2018). Age differences in the neural mechanisms of intertemporal choice under subjective decision conflict. *Cerebral Cortex, 28*(11), 3764–3774.

Eppinger, B., Nystrom, L. E., & Cohen, J. D. (2012). Reduced sensitivity to immediate reward during decision-making in older than younger adults. *PloS One, 7*(5), e36953.

Erikson, E. H. (1959). *Identity and the life cycle: Selected papers*. Oxford, England: International Universities Press, 106-108.

Frederick, S., Loewenstein, G., & O'Donoghue, T. (2002). Time discounting and time preference: A critical review. *Journal of Economic Literature, 40*(2), 351–401.

Freund, A. M., & Blanchard-Fields, F. (2014). Age-related differences in altruism across adulthood: Making personal financial gain versus contributing to the public good.

Developmental Psychology, 50(4), 1125–1136.

Green, L., & Myerson, J. (2004). A discounting framework for choice with delayed and probabilistic rewards. *Psychological Bulletin, 130*(5), 769–792.

Green, L., Myerson, J., Lichtman, D., Rosen, S., & Fry, A. (1996). Temporal discounting in choice between delayed rewards: The role of age and income. *Psychology and Aging, 11*(1), 79–84.

Green, L., Myerson, J., & Ostaszewski, P. (1999). Discounting of delayed rewards across the life span: Age differences in individual discounting functions. *Behavioural Processes, 46*(1), 89–96.

Gruber, R. P., Wagner, L. F., & Block, R. A. (2004). Relationships between Subjective Time and Information Processed (reduction of uncertainty). In P. A. Harris & M. Crawford (Eds.), *Time and uncertainty* (pp. 188–203). Boston: Brill.

Halfmann, K., Hedgcock, W., & Denburg, N. L. (2013). Age-related differences in discounting future gains and losses. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics, 6*(1), 42–54.

Hernandez, C. M., Vetere, L. M., Orsini, C. A., McQuail, J. A., Maurer, A. P., Burke, S. N., ... Bizon, J. L. (2017). Decline of prefrontal cortical-mediated executive functions but attenuated delay discounting in aged Fischer 344 x brown Norway hybrid rats. *Neurobiology of Aging, 60*, 141–152.

Huffman, D., Maurer, R., & Mitchell, O. S. (2019). Time discounting and economic decision-making in the older population. *The Journal of the Economics of Ageing, 14*, 100–121.

Jimura, K., Myerson, J., Hilgard, J., Keighley, J., Braver, T. S., & Green, L. (2011). Domain independence and stability in young and older adults' discounting of delayed rewards. *Behavioural Processes, 87*(3), 253–259.

Kaplan, H. S., Gangestad, S. W., & Buss, D. M. (2005). Life history theory and evolutionary psychology. In D. M. Buss (Ed.), *The handbook of evolutionary psychology* (pp. 68–95). New York: Jhon Wiley & Sons.

Li, S. (2004). A behavioral choice model when computational ability matters. *Applied Intelligence, 20*(2), 147–163.

Liao, H. W., & Carstensen, L. L. (2018). Future time perspective: Time horizons and beyond. *GeroPsych: The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry, 31*(3), 163–167.

Liu, L.-l., Chen, X.-j., Cui, J.-f., Wang, J., Zhang, Y.-b., Neumann, D. L., ... Chan, R. C. K. (2016). Age differences in delay discounting in Chinese adults. *Personality and Individual Differences, 90*, 205–209.

Liu, L., Feng, T., Suo, T., Lee, K., & Li, H. (2012). Adapting to the destitute situations: Poverty cues lead to short-term choice. *PloS One, 7*(4), e33950.

Lockenhoff, C. E. (2011). Age, time, and decision making: From processing speed to global time horizons. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1235*(1), 44–56.

Löckenhoff, C. E. (2017). Aging and decision-making: A conceptual framework for future research - a mini-review. *Gerontology, 64*(2), 140–148.

Lockenhoff, C. E., O'Donoghue, T., & Dunning, D. (2011). Age differences in temporal discounting: The role of dispositional affect and anticipated emotions. *Psychology and Aging, 26*(2), 274–284.

Lockenhoff, C. E., Rutt, J. L., Samanez-Larkin, G. R., O'Donoghue, T., & Reyna, V. F. (2019). Preferences for temporal sequences of real outcomes differ across domains but do not vary by age. *Journals of Gerontology. Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 74*(3), 430–439.

Ratcliff, R., Smith, P. L., Brown, S. D., & McKoon, G. (2016). Diffusion decision model: Current issues and history. *Trends in Cognitive Sciences, 20*(4), 260–281.

Read, D., & Read, N. L. (2004). Time discounting over the lifespan. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 94*(1), 22–32.

Reed, A. E., Chan, L., & Mikels, J. A. (2014). Meta-analysis of the age-related positivity effect: Age differences in preferences for positive over negative information. *Psychology and Aging, 29*(1), 1–15.

Richter, D., & Mata, R. (2018). Age differences in intertemporal choice: U-shaped associations in a probability sample of German households. *Psychology and Aging, 33*(5), 782–788.

Rieger, M., & Mata, R. (2015). On the generality of age differences in social and nonsocial decision making. *Journals of Gerontology. Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 70*(2), 202–214.

Samuelson, P. A. (1937). A note on measurement of utility. *The Review of Economic Studies, 4*(2), 155–161.

Scholten, M., & Read, D. (2010). The psychology of intertemporal tradeoffs. *Psychological Review, 117*(3), 925–944.

Seaman, K. L., Brooks, N., Karrer, T. M., Castrellon, J. J., Perkins, S. F., Dang, L. C., ... Samanez-Larkin, G. R. (2018). Subjective value representations during effort, probability and time discounting across adulthood. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 13*(5), 449–459.

Seaman, K. L., Gorlick, M. A., Vekaria, K. M., Hsu, M., Zald, D. H., & Samanez-Larkin, G. R. (2016). Adult age differences in decision making across domains: Increased discounting of social and health-related rewards. *Psychology and Aging, 31*(7), 737–746.

Shefrin, H. M., & Thaler, R. H. (1981). An economic theory of self-control. *Journal of Political Economy, 89*(2), 392−406.

Simon, H. A. (1978). *Information-processing theory of human problem solving*. Hillsdale: Erlbaum.

Smith, C. T., Steel, E. A., Parrish, M. H., Kelm, M. K., & Boettiger, C. A. (2015). Intertemporal choice behavior in emerging adults and adults: Effects of age interact with alcohol use and family history status. *Frontiers in Human Neuroscience, 9*, 627.

Sparrow, E. P., Armstrong, B. A., Fiocco, A. J., & Spaniol, J. (2018). Acute stress and altruism in younger and older adults. *Psychoneuroendocrinology, 100*, 10–17.

Sparrow, E. P., & Spaniol, J. (2018). Aging and altruism in intertemporal choice. *Psychology and Aging, 33*(2), 315–324.

Stephens, E. C., & Johnson, M. M. S. (2000). Dr. Mom and other influences on younger and older adults' otc medication purchases. *Journal of Applied Gerontology, 19*(4), 441–459.

Steward, T., Mestre-Bach, G., Fernandez-Aranda, F., Granero, R., Perales, J. C., Navas, J. F., ... Jimenez-Murcia, S. (2017). Delay discounting and impulsivity traits in young and older gambling disorder patients. *Addictive Behaviors, 71*, 96–103.

Trope, Y., & Liberman, N. (2010). Construal-level theory of psychological distance. *Psychological Review, 117*(2), 440–463.

Turgeon, M., Lustig, C., & Meck, W. H. (2016). Cognitive aging and time perception: Roles of bayesian optimization and degeneracy. *Frontiers in Aging Neuroscience, 8*, 102.

Wang, X. T., Kruger, D. J., & Wilke, A. (2009). Life history variables and risk-taking propensity. *Evolution and Human Behavior, 30*(2), 77–84.

Wittmann, M., & Lehnhoff, S. (2005). Age effects in perception of time. *Psychological Reports, 97*(3), 921–935.

Zauberman, G., Kim, B. K., Malkoc, S. A., & Bettman, J. R. (2009). Discounting time and time discounting: Subjective time perception and intertemporal preferences. *Journal of Marketing Research, 46*(4), 543–556.

Age differences in intertemporal choice and the mechanism underlying them

YANG Quan[1]; YIN Shufei[1,2]; HU Xing[1]

([1] *Department of Psychology, Faculty of Education, Hubei University, Wuhan* 430062, *China*) ([2] *Beijing Key Lab of Applied Experimental Psychology, Faculty of Psychology, Beijing Normal University, Beijing* 100875, *China*)

Abstract: As the situation of population aging becomes increasingly severe, the intertemporal choice of older adults has attracted increasing attention. However, previous studies on age-related intertemporal choice have reached inconsistent conclusions. Some studies have found that older adults are more willing to wait for future gains than the young, while others suggest that older adults have the same choice preference as the young or are even more eager for short-term gains. This review attempts to explore the effects of age differences on intertemporal choice from the perspective of the processing of time representation and value representation of the elderly. It further elaborates on the impact of cognitive, motivational and emotional factors on this processing so as to clarify the discrepancies in current studies of age-related changes in intertemporal choice.

Key words: intertemporal choice; age differences; life goal; temporal representation; value representation